

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-249931

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

---

(51)Int.Cl.

C22C 21/02

---

(21)Application number : 08-124128

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 29.03.1996

(72)Inventor : YOSHIHARA SHINJI

HIRANO MASAKAZU

IWAMURA HIROSHI

---

(30)Priority

Priority number : 08 19392

Priority date : 09.01.1996

Priority country : JP

07 99723

31.03.1995

07 99634

30.03.1995

JP

JP

---

(54) HIGH CORROSION RESISTANT ALUMINUM ALLOY EXCELLENT IN MACHINABILITY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high corrosion resistant aluminum alloy excellent in machinability and suitable, e.g. for machine parts requiring frequent use of machining in their manufacturing process.

SOLUTION: This aluminum alloy has a composition consisting of, by mass, 1.5-12.0% Si, 0.5-6.0% Mg, 0.01-0.1% Ti, and the balance Al with inevitable impurities and containing, if necessary, either or both of 0.5-2.0%, by mass, Mn and 0.1-1.0% Cu or one or more kinds among 0.5-1.0% Fe, 0.1-0.5% Cr, and 0.1-0.5% Zr.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3107517

[Date of registration] 08.09.2000

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(書誌+要約+請求の範囲)

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)  
(12)【公報種別】公開特許公報(A)  
(11)【公開番号】特開平9-249931  
(43)【公開日】平成9年(1997)9月22日  
(54)【発明の名称】切削性に優れる高耐食アルミニウム合金  
(51)【国際特許分類第6版】

C22C 21/02

【FI】

C22C 21/02

【審査請求】有

【請求項の数】13

【出願形態】FD

【全頁数】18

(21)【出願番号】特願平8-124128

(22)【出願日】平成8年(1996)3月29日

(31)【優先権主張番号】特願平8-19392

(32)【優先日】平8(1996)1月9日

(33)【優先権主張国】日本(JP)

(31)【優先権主張番号】特願平7-99723

(32)【優先日】平7(1995)3月31日

(33)【優先権主張国】日本(JP)

(31)【優先権主張番号】特願平7-99634

(32)【優先日】平7(1995)3月30日

(33)【優先権主張国】日本(JP)

(71)【出願人】

【識別番号】000001199

【氏名又は名称】株式会社神戸製鋼所

【住所又は居所】兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)【発明者】

【氏名】吉原 伸二

【住所又は居所】山口県下関市長府港町14番1号 株式会社神戸製鋼所長府製造所内

(72)【発明者】

【氏名】平野 正和

【住所又は居所】山口県下関市長府港町14番1号 株式会社神戸製鋼所長府製造所内

(72)【発明者】

【氏名】岩村 宏

【住所又は居所】山口県下関市長府港町14番1号 株式会社神戸製鋼所長府製造所内

(74)【代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】香本 薫

(57)【要約】

【課題】切削性に優れた高耐食アルミニウム合金を得る。

【解決手段】Si: 1.5~12.0質量%、Mg: 0.5~6.0質量%、Ti: 0.01~0.1質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることアルミニウム合金。必要に応じて、Mn: 0.5~2.0質量%又はCu: 0.1~1.0質量%のいずれか一方又は双方、あるいはFe: 0.5~1.0質量%、Cr: 0.1~0.5質量%、Zr: 0.1~0.5質量%のうちいずれか1種以上を含有する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】Si: 1.5~12.0質量%、Mg: 0.5~6.0質量%、Ti: 0.01~0.1質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。

【請求項2】Si: 1.5~12.0質量%、Mg: 0.5~1.0(1.0を含まず)質量%、Ti: 0.01~0.1質量%をそれぞれ含有し、さらに、Mn: 0.5~2.0質量%を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。

【請求項3】Si: 2.0~12.0(2.0を含まず)質量%、Mg: 0.5~6.0質量%、Ti: 0.01~0.1質量%をそれぞれ含有し、さらに、Mn: 0.5~2.0質量%を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。

【請求項4】さらに、Cu: 0.1~1.0質量%を含有することを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載された切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。

【請求項5】さらに、Fe: 0.5~1.0質量%、Cr: 0.1~0.5質量%、Zr: 0.1~0.5質量%のうちいずれか1種以上を含有することを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載された切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。

- 【請求項6】 Si: 1.5～12.0質量%、Mg: 2.0～6.0質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項7】 Si: 2～12.0(2を含まず)質量%、Mg: 2.0～6.0質量%をそれぞれ含有し、さらに、Mn: 0.3～1.2質量%を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項8】 さらに、Ti: 0.01～0.1質量%を含有することを特徴とする請求項7に記載された切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項9】 さらに、Fe: 0.5～1.0質量%、Cr: 0.1～0.5質量%、Zr: 0.1～0.5質量%のうちいずれか1種以上を含有することを特徴とする請求項6～8のいずれかに記載された切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項10】 Si: 1.5～12.0質量%、Mg: 0.2～1.2質量%、Cu: 0.15～3.0質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなることを特徴とする切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項11】 さらに、Cr: 0.04～0.35質量%を含有することを特徴とする請求項10に記載された切削性に優れた高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項12】 さらに、Ti: 0.001～0.05質量%を含有することを特徴とする請求項10又は11に記載された切削性に優れる高耐食アルミニウム合金。
- 【請求項13】 請求項1～12のいずれかに記載された化学組成を有するアルマイト処理用アルミニウム合金。

## 詳細な説明

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製造の過程で切削加工を多用する機械部品等に適する切削性に優れた高耐食アルミニウム合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】アルミニウム合金のうち特に3000系のAl-Mn系合金を中心とした非熱処理型合金は、中程度の機械的性質を持ち耐食性と冷間鍛造性に優れ、低コストで成形が可能のため、機械部品などへの使用実績が多く、その際、一般に冷間鍛造した後切削加工や穴あけ加工を施して製品化されている。しかし、この系の合金は、切削時に発生する切粉が分断され難く切削性に劣るため、複雑な切削や穴あけ加工を必要とする機械部品への採用は困難であった。

【0003】また、アルミニウム合金のうち5000系のAl-Mg系合金を中心とした非熱処理型合金は、中程度の機械的性質(3000系より強度レベルがやや高い)を持ち耐食性と冷間加工性に優れ、低コストで加工が可能のため、カメラや顕微鏡の筒材のような光学機器その他の機械部品などへの使用実績が多く、その際、一般に冷間鍛造した後切削加工や穴あけ加工を施して製品化されている。しかし、この系の合金は、切削時に発生する切粉が分断され難く切削性に劣り、複雑な切削や穴あけ加工を必要とする機械部品への採用は困難であった。

【0004】一方、従来の高切削性アルミニウム合金は、展伸材の分野ではAA6262合金(Si:0.4~0.8質量%、Mg:0.8~1.2質量%、Cu:0.15~0.4質量%、Pb:0.4~0.7質量%、Bi:0.4~0.7質量%、残部Al)に代表されるように、有効添加元素としてPb、Bi、Sn等の低融点金属を含有する(特開昭54-143714号公報、特開平3-39442号公報参照)。これら低融点金属はアルミニウム中にほとんど固溶せず、アルミニウム合金中に粒状にミクロ偏析し、その低融点金属粒子が切削加工時の加工発熱により溶融して切粉を分断し、アルミニウム合金の切削性を向上させる。

【0005】なお、上記AA6262合金は、製造の過程で切削加工、特にドリル加工が多用される機械部品、例えば自動車のアンチスキッド・ブレーキシステムのハウジングの素材として従来より使用されている熱処理型アルミニウム合金であるが、このようなPb、Bi、Sn等の低融点金属の添加による切削性向上効果は、上記熱処理型合金に限らず非熱処理型合金においても等しく得られることが予想される(例えば上記特開平3-39442号公報参照)。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これらの低融点金属が添加されたアルミニウム合金は切削性が向上する反面耐食性が低下し、また、低融点金属は熱脆性を引き起こす欠点もあり、使用環境に十分な注意を払う必要があった。さらに、合金をスクラップとしてリサイクルする場合、Pb、Bi等を必要とする比較的小さい合金種にしか転用ができず、転用範囲が狭まるためにリサイクル性に不利であるという問題を有する。

【0007】また、機械部品は耐食性、耐摩耗性又は裝飾効果を高めるために、表面にアルマイト処理を施す場合があるが、PbやBiが添加されたアルミニウム合金の場合、表面にPbやBiが露出した箇所において酸化皮膜が形成されず、不均質で光沢のないアルマイト皮膜しか得られないという問題がある。

【0008】このような低融点金属を含有せずに切削性を高めた非熱処理型アルミニウム合金は、特開昭60-184658号公報に提案されているが、Pb、Bi、Sn等の低融点金属を含有したアルミニウム合金に比べて切削性が十分でなかった。

【0009】本発明は上記従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、包括的にいえば、切削性と耐食性の双方に優れたアルミニウム合金を得ること、また、リサイクル性を備え、均質なアルマイト皮膜を形成することのできる切削性に優れたアルミニウム合金を得ることを目的とする。個別具体的にいえば、従来の3000系あるいは5000系非熱処理型アルミニウム合金と同程度の機械的性質、冷間鍛造性、耐食性、及びリサイクル性を備え、同時に、切削性が改善された非熱処理型アルミニウム合金を得ること、従来のAA6262合金と同等以上の切削性を備え、より改善された耐食性を有する熱処理型アルミニウム合金を得ること、を目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、前記課題を解決するため鋭意研究を重ねた結果、従来切削性を向上させる目的で添加されていたPb、Bi、Snなどの低融点金属を添加せず、リサイクル性を阻害しないSi及びMgなどを用いることで上記目的を達成できることを見出し、その知見を基に本発明を完成するに至った。なお、以下に示すように、本願は強度レベルの異なる2系統の非熱処理型アルミニウム合金に関する発明(請求項1~5と請求項6~9)と、熱処理型アルミニウム合金に関する発明(請求項10~12)を包含する。

【0011】[請求項1~5の発明]この発明に関わる切削性に優れた高耐食アルミニウム合金は、Si:1.5~12.0質量%、Mg:0.5~6.0質量%、Ti:0.01~0.1質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる。また、この発明に関わる切削性に優れた高耐食アルミニウム合金は、必要に応じて、上記合金元素に加え、Mn:0.5~2.0質量%又はCu:0.1~1.0質量%のいずれか一方又は双方を含有し、あるいは、Fe:0.5~1.0質量%、Cr:0.1~0.5質量%、Zr:0.1~0.5質量%のうちのいずれか1種以上を含有し、あるいは、上記Si、Mgの双方に挙げた元素を自由に組み合わせて含有する。

【0012】上記切削性に優れた高耐食アルミニウム合金は、鍛造性が優れるものの切削性が劣るため多くの機械部品などへの適用ができなかった従来の3003合金や3004合金と比較すると、強度、耐食性、及び冷間鍛造性が同等で、切削性が著しく改善された非熱処理型アルミニウム合金であり、低コストの冷間鍛造が可能で、かつ複雑な切削加工が可能となる。そして、切粉の分断性がよく、長い切粉による工具への切粉の巻き付き等のトラブルが発生しない。また、切削性向上のためPb、Bi等の低融点金属を添加していないので、高耐食であり熱脆性も生じ得ず、リサイクル性も阻害されていない。なお、このアルミニウム合金は、常法に従って製造することができ、例えば溶解、鑄造、均質化熱処理を施した後押出加工を行い、この押出材を鍛造加工用の素材とすることができ、

【0013】次に、上記アルミニウム合金における各元素の添加理由及び添加量の限定理由を説明する。

【0014】Si:1.5~12.0質量% Siはアルミニウム組織中にSi系の化合物を形成し切粉の分断性をよくし切削性を向上させる。これはSi系化合物が切粉を分断する起点となるためである。Si添加下限値はアルミニウム中での固溶限である1.5%を越えていることが必要であり、Siによる効果を明確にさせるためには2.0%を越える添加が望ましく、さらに4.0%以上の添加により顕著な効果を得ることができる。従って、優れた切削性を得るとの観点からは、Siは2.0~12.0(2.0を含まず)%、あるいは4.0~12.0%とするのがよい。一方、Siの添加上限は、粗大な初晶Siが生じ変形抵抗が増加することによる押出性の低下や押出材の脆化を招かないために、共晶点の12.0%以下とする必要がある。特に押出性が良好な6%以下が望ましい。

【0015】Mg:0.5~6.0質量% Mgは歪硬化能を向上させるため切粉分断性を向上させ、また固溶体化して素材の強度を高める効果がある。Mg含有量が0.5%未満では十分その効果が得られず、6.0%を越えて添加すると変形抵抗が増し押出性が低下する。強度と良好な押出性を確保するとの観点から、概ね1.0%以上、3.0%以下が好ましいが、専ら押出加工時の変形抵抗を抑えて押出性を向上させるとの観点からすれば、1.0%未満、特に0.9%以下とすることで顕著な効果を得ることができる。従って、その場合はMgは0.5~1.0(1.0を含まず)%、あるいは0.5~0.9%とすればよい。

- 【0016】Ti: 0.01~0.1質量%Tiは鑄造組織を微細化して機械的性質を安定化する。しかし、Ti含有量が0.01%未満ではその効果が得られず、一方、0.1%を越えて添加してもその効果は飽和する。
- 【0017】Mn: 0.5~2.0質量%Mnは固溶体化して素材の強度を高める効果があり、また、歪硬化能を向上させるため切粉分断を助長する効果を持つ。しかし、Mn含有量が0.5%未満では十分な効果が得られず、一方、2.0%を越えて添加すると押出性が低下する。特に強度と良好な押出性を確保するとの観点から、0.7%以上、1.5%以下が望まれる。
- 【0018】Cu: 0.1~1.0質量%Cuは固溶体化して素材の強度を高めるとともに、歪硬化能を向上させるため切粉分断も助長する効果を持ち、Mnに代えて又はMnとともに添加される。しかし、Cu含有量が0.1%未満ではその効果に乏しく、一方、1.0%を越えて添加すると耐食性が低下し、また押出性も低下する。特に強度と良好な耐食性及び押出性を確保するとの観点から、0.3%以上、0.8%以下が望まれる。
- 【0019】Fe: 0.5~1.0質量%、Cr: 0.1~0.5質量%、Zr: 0.1~0.5質量%Fe、Cr、ZrはそれぞれAlとの化合物を形成し、切粉分断の起点となって切削性を向上させる。本発明においてそれぞれ不可避不純物として下限値未満の含有が許容されるが、下限値未満ではその効果が十分でなく、一方、上限値を越えると粗大な化合物を生成し押出性が低下する。
- 【0020】また、上記アルミニウム合金の不可避不純物としては、JISH4040に規定する化学成分に準じ、Pb、Bi、Snは各々0.05質量%以下が許容される。これらの低融点金属は多く含まれるとアルミニウム合金の耐食性を劣化させるが、この範囲内であればその特性に影響を与えない。また、他の不可避不純物も個々に0.05質量%以下が許容される。
- 【0021】[請求項6~9の発明]この発明に関わる切削性に優れる高耐食アルミニウム合金は、Si: 1.5~12.0質量%、Mg: 2.0~6.0質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる。また、この発明に関わる切削性に優れる高耐食アルミニウム合金は、必要に応じて、上記合金元素に加え、Mn: 0.3~1.2質量%、Ti: 0.01~0.1質量%のいずれか一方又は双方を含有し、あるいは、Fe: 0.5~1.0質量%、Cr: 0.1~0.5質量%、Zr: 0.1~0.5質量%のうちいずれか1種以上を含有し、あるいは、上記の双方に挙げた元素を自由に組み合わせる。
- 【0022】上記切削性に優れる高耐食アルミニウム合金は、冷間加工性が優れるものの切削性が劣るため多くの機械部品などへの適用ができなかった従来の5052合金や5056合金と比較すると、強度、耐食性、及び冷間鍛造等の冷間加工性が同等で、切削性が著しく改善された非熱処理型アルミニウム合金であり、複雑な切削加工を可能とする合金である。そして、切粉の分断性がよく、長い切粉による工具への切粉の巻き付き等のトラブルが発生しない。また、切削性向上のためPb、Bi等の低融点金属を添加していないので、高耐食であり熱脆性も生じ得ず、リサイクル性も阻害されていない。なお、このアルミニウム合金は、常法に従って製造することができ、例えば溶解、鑄造、均質化熱処理を施した後押出加工を行い、この押出材を切削加工用の素材とすることができる。
- 【0023】次に、上記アルミニウム合金における各元素の添加理由及び添加量の限定理由を説明する。
- 【0024】Si: 1.5~12.0質量%Siはアルミニウム組織中にSi系の化合物を形成し切粉の分断性をよくし切削性を向上させる。これはSi系化合物が切削時に発生する切粉を分断する起点となるためである。Si添加下限値はアルミニウム中での固溶限である1.5%を越えていることが必要であり、Siによる効果を明確にさせるためには2.0%を越える添加が望ましく、さらに4.0%以上の添加により顕著な効果を得ることができる。従って、優れた切削性を得るとの観点からは、Siは2.0~12.0(2.0を含まず)%、あるいは4.0~12.0%とするのがよい。一方、Siの添加上限は、粗大な初晶Siが生じ変形抵抗が増加することによる押出性の低下や押出材の脆化を招かないために、共晶点の12.0%以下とする必要がある。特に押出性が良好な6%以下が望ましい。
- 【0025】Mg: 2.0~6.0質量%Mgは歪硬化能を向上させるため切粉分断性を向上させ、また固溶体化して素材の強度を高める効果がある。Mg含有量が2.0%未満では十分な効果が得られず、6.0%を越えて添加すると変形抵抗が増し押出性が低下する。特に強度と良好な押出性を確保するとの観点から、2.5%以上、5.5%以下が望まれる。
- 【0026】Ti: 0.01~0.1質量%Tiは鑄造組織を微細化して機械的性質を安定化する。しかし、Ti含有量が0.01%未満ではその効果が得られず、一方、0.1%を越えて添加してもその効果は飽和する。
- 【0027】Mn: 0.3~1.2質量%Mnは固溶体化して素材の強度を高める効果があり、また、歪硬化能を向上させるため切粉分断を助長する効果を持つ。しかし、Mn含有量が0.3%未満では十分な効果が得られず、一方、1.2%を越えて添加すると押出性が低下する。特に強度と良好な押出性を確保するとの観点から、0.5%以上、1.0%以下が望まれる。
- 【0028】Fe: 0.5~1.0質量%、Cr: 0.1~0.5質量%、Zr: 0.1~0.5質量%Fe、Cr、ZrはそれぞれAlとの化合物を形成し、切粉分断の起点となって切削性を向上させる。本発明においてそれぞれ不可避不純物として下限値未満の含有が許容されるが、含有量がそれぞれ下限値未満ではその効果が十分でなく、一方、上限値を越えると粗大な化合物を生成し押出性が低下する。
- 【0029】また、上記アルミニウム合金の不可避不純物としては、JISH4040に規定する化学成分に準じ、Pb、Bi、Snは各々0.05質量%以下が許容される。これらの低融点金属は多く含まれるとアルミニウム合金の耐食性を劣化させるが、この範囲内であればその特性に影響を与えない。また、他の不可避不純物も個々に0.05質量%以下が許容される。
- 【0030】[請求項10~12の発明]この発明に関わる切削性に優れる高耐食アルミニウム合金は、Si: 1.5~12.0質量%、Mg: 0.2~1.2質量%、Cu: 0.15~3.0質量%をそれぞれ含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる。また、この発明に関わる切削性に優れる高耐食アルミニウム合金は、必要に応じて、上記合金元素に加え、Cr: 0.04~0.35質量%又はTi: 0.001~0.05質量%のいずれか一方又は双方を含有する。
- 【0031】上記切削性に優れる高耐食アルミニウム合金の最大の特徴は、AA6262合金のようにPb、Bi、Sn等の低融点金属を添加せずに、切削性を向上させていることである。このアルミニウム合金押出材は、低融点金属を添加していないことからAA6262合金に比べ高耐食性であり、さらに、熱脆性も生じ得ず、リサイクル性も高い。そして、切粉の分断性がよく、長い切粉による工具への切粉の巻き付き等のトラブルが発生しない。なお、上記アルミニウム合金は、常法に従い、例えば、溶解、鑄造、均質化処理を施した後押出加工を行い、この押出材を溶体化、焼入れ、人工时效処理を施し所定の強度を与えた後、切削加工に供することができる。
- 【0032】次に、上記アルミニウム合金における各元素の添加理由及び添加量の限定理由を説明する。
- 【0033】Si: 1.5~12.0質量%Siはアルミニウム組織中にSi系の化合物を形成させ、切粉分断をよくし、切削性を向上させる。これはSi相が歪み伝播の起点となり、切削時に工具から受ける歪の伝播速度を速くしているためである。よってSi添加下限値は、アルミニウム中での固溶限である1.5%を越えていることが必要であり、Siによる効果を明確にさせるためには2.0%を越える添加が望ましく、さらに4.0%以上の添加により顕著な効果を得ることができる。従って、優れた切削性を得るとの観点からは、Siは2.0~12.0(2.0を含まず)%、あるいは4.0~12.0%とするのがよい。一方、Siの添加上限は、粗大な初晶Siが生じ変形抵抗が増加することによる押出性の低下や押出材の脆化を招かないために、共晶点の12.0%以下とする必要があり、特に押出生産性が良好な6%以下が望ましい。
- 【0034】Mg: 0.2~1.2質量%MgはSiとの共存によって熱処理時にMg<sub>2</sub>Siとなって析出し、強度を高める効果がある。Mg含有量が0.2%未満ではその効果が得られず、一方、1.2%を越えて添加するとMg単体の固溶強化により変形抵抗が増し押出性が低下する。強度と良好な押出性を確保するとの観点から、概ね0.4%以上、1.0%以下が好ましいが、専ら押出加工時の変形抵抗を抑えて押出性を向上させるとの観点からすれば、1%未満、特に0.9%以下とすることで顕著な効果を得ることができる。

従って、その場合はMgは0.2～1.0(1.0を含まず)％、あるいは0.2～0.9％とすればよい。

【0035】Cu:0.15～3.0質量％Cuは熱処理により強度を高めるとともに、歪み硬化能を向上させるため切粉分断を助長する。Cu含有量が0.15％未満ではその効果に乏しく、一方3.0％を越えて添加すると耐食性が低下し、また押出性も低下する。特に強度と良好な耐食性及び押出性を確保するとの観点から、0.2％以上、2.5％以下が望まれる。

【0036】Cr:0.04～0.35質量％Crは押出加工時の加工発熱過程での再結晶による強度低下を抑える効果があるが、0.04％未満ではその効果がない。一方、0.35％を越えて添加するとAl-Cr系の粗大な化合物を生成し押出材を脆化させる。特に再結晶防止と押出材脆化を防止するとの観点から、0.07％以上、0.3％以下が望まれる。

【0037】Ti:0.001～0.05質量％Tiは鑄造組織を微細化して機械的性質を安定化する。しかし、Ti含有量が0.001％未満ではその効果が得られず、一方0.05％を越えて添加してもそれ以上微細化効果は向上しない。

【0038】Fe:0.5～1.0質量％Zr:0.1～0.5質量％Fe、ZrはそれぞれAlと化合物を形成し、切粉の分断の起点となって切削性を向上させるため、必要に応じて添加することができる。本発明合金においてそれぞれ不可避不純物として下限値未満の含有が許容されるが、下限値未満ではその効果が十分でなく、一方、上限値を越えると粗大な化合物を生成し、押出性が低下する。

【0039】また、上記アルミニウム合金の不可避不純物としては、JIS H 4040に規定する化学成分に準じ、Pb、Bi、Snは各々0.05質量％以下、Mnは0.15質量％以下が許容される。これらの成分は多く含まれると上記アルミニウム合金の耐食性(Pb、Bi、Sn)又は切削性(Mn)を劣化させるが、上記範囲内であればこれらの特性に影響を与えない。

【0040】[請求項13の発明]この発明に関わるアルマイト処理用アルミニウム合金は、これまで述べた切削性に優れる高耐食アルミニウム合金の用途を特定したものである。このアルミニウム合金の母材中に微細に分散したSiやSiMg<sub>2</sub>は、従来の高切削性アルミニウム合金中に分散するPbやBiと異なり、酸化皮膜の均質な形成を妨げず、表面に均質で光沢のあるアルマイト皮膜が形成された機械部品等を得ることができる。

【0041】

【実施例】以下、本発明の実施例について、比較例と比較して具体的に説明する。なお、[実施例1]は請求項1～5の発明に対応し、[実施例2]は請求項6～9の発明に対応し、[実施例3]は請求項10～12の発明に対応し、[実施例4]は請求項13の発明に対応する。

【0042】[実施例1]表1～表3に示した化学組成の合金を溶解し半連続鑄造により160mm径の押出ビレットを作製し、520℃で4時間均質化熱処理を施した後、500℃の押出温度で60mm径に押し出した。

【0043】

【表1】

	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
実施例	1	2.0	0.6	Tr	Tr	0.03	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
	2	4.0	0.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	3	〃	0.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	4	〃	0.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	5	〃	0.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	6	〃	0.9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	7	4.0	0.6	0.25	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	8	6.0	〃	Tr	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	9	4.0	〃	〃	0.7	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	10	〃	〃	〃	〃	〃	0.6	0.2	0.15	—	—	〃
	11	〃	〃	〃	Tr	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	12	〃	〃	〃	0.7	〃	〃	Tr	Tr	—	—	〃
	13	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.2	〃	—	—	〃
	14	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.15	—	—	〃
	15	〃	1.0	〃	Tr	〃	〃	〃	Tr	—	—	〃
	16	〃	1.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃

Tr:痕跡 (0.001%以下)

【0044】

【表2】



	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
	17	2.0	1.1	0.25	0.7	0.03	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
実 施 例	18	4.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	19	6.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	20	11.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	21	4.0	2.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	22	〃	4.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	23	〃	〃	0.8	Tr	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	24	〃	〃	Tr	1.5	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	25	〃	〃	〃	0.7	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	26	〃	〃	0.25	Tr	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	27	〃	〃	〃	0.7	〃	0.6	0.2	0.15	—	—	〃
	28	〃	〃	Tr	Tr	〃	〃	Tr	Tr	—	—	〃
	29	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.2	〃	—	—	〃
	30	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.15	—	—	〃
	31	2.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	—	—	〃
	32	4.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃

Tr: 痕跡 (0.001%以下) No. 17: 参考例

【0045】

【表3】

	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
比較例	33	1.0	1.1	Tr	Tr	0.03	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
	34	14	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	35	4.0	0.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	36	〃	7.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	37	〃	1.1	0.05	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	38	〃	〃	3.5	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	39	〃	〃	Tr	0.2	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	40	〃	〃	〃	3.0	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	41	〃	〃	0.25	0.7	Tr	〃	〃	〃	—	—	〃
	42	〃	〃	〃	〃	0.03	2.0	〃	〃	—	—	〃
	43	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	1.0	〃	—	—	〃
	44	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.8	—	—	〃
	45	0.2	Tr	0.15	1.1	0.02	0.2	〃	Tr	—	—	〃
	46	〃	1.0	Tr	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	47	〃	1.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.6	0.6	〃

Tr:痕跡 (0.001%以下)

【0046】この押出材から押出方向に径20mm×高さ20mmの試験片を採取し、これを冷間で軸方向に据込み鍛造し、側面に微小割れが発生する限界据込み率を求め、各々の冷鍛性(据込み鍛造性)を下記の要領で評価した。また、この押出材から高さ60mmの試験片を切り出し、これを冷間で軸方向に据込み鍛造(限界据込み率が50%以上のものは50%、限界据込み率が50%未満のものはその限界据込み率まで)し、その据込み鍛造材を用いて各々の機械的性質、切削性及び耐食性を下記の要領で測定した。なお、押出性を調べるため上記押出では押出荷重を一定(600トン)とし、押出速度(押出材が出てくる時の速度)を計測し、各押出材の押出性を下記の要領で評価した。

【0047】冷鍛性:限界据込み率が50%を越えるとき◎(優れている)、30~50%のとき○(使用可能である)、30%未満のとき×(使用に耐えない)と評価した。

機械的性質:据込み鍛造材から据込み方向に垂直な方向に径6mm、平行部長さ40mmの引張試験片を採取し、その引張強さ、耐力、及び伸びを測定した。

切削性:市販の高速度鋼製の4mm径ドリルを用い、回転数1500mm/分、送り速度300mm/分の条件にて切削し、ドリルへの巻き付き発生の有無を観察するとともに、切粉分断性を調べるため切粉100個当りの重量を測定した。

耐食性:72時間のCASS試験(5%食塩水に塩化第二銅を100ppm添加し、さらに酢酸にてpH=3に調整した液を50℃にて噴霧)による単位面積当りの重量減少を測定した。

押出性:押出速度の値が5m/分より大のとき◎(優れている)、2~5m/分のとき○(使用可能である)、2m/分より小のとき×(使用に耐えない)と評価した。

【0048】これらの試験結果を表4~表6に示す。この発明の実施例に相当する合金1~32は、いずれも優れた切削性と耐食性を示し、これを比較例の合金45(従来の3003合金に相当)や合金46(従来の3004合金に相当)と比較すると、切削性において著しく優れ、機械的性質や耐食性は同等であり、冷鍛性でもほぼ同等である。また、押出材にはむしろ焼き付き痕はなく表面性状は良好で、押出性の値も十分使用可能な範囲内にある。

【0049】

【表4】

	番号	押出性 ※1	機 械 的 性 質 ※2			冷鍛性 ※3	切 削 性 ※2		耐 食 性 ※2	7A71性 ※4
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)		1'111への 巻き付き	切粉重量 (g/100個)		
実 施 例	1	◎	245	232	11.0	◎	なし	0.55	36	◎
	2	◎	242	230	10.0	◎	"	0.52	38	◎
	3	◎	245	232	10.5	◎	"	0.49	39	◎
	4	◎	247	235	10.5	◎	"	0.47	40	◎
	5	◎	250	238	11.0	◎	"	0.46	39	◎
	6	◎	254	240	11.0	◎	"	0.42	41	◎
	7	◎	255	235	11.5	◎	"	0.44	41	◎
	8	◎	250	235	9.5	◎	"	0.38	40	◎
	9	◎	260	240	11.0	◎	"	0.45	37	◎
	10	◎	255	250	8.5	◎	"	0.40	44	◎
	11	◎	250	245	9.0	◎	"	0.43	42	◎
	12	◎	245	238	8.5	◎	"	0.48	42	◎
	13	◎	248	240	9.0	◎	"	0.47	40	◎
	14	◎	245	240	8.0	◎	"	0.48	42	◎
	15	○	260	245	10.0	○	"	0.40	43	◎
	16	○	262	247	10.0	○	"	0.39	40	◎

※1 押出速度にて評価

◎ 5m/分を越える

○ 2~5m/分

× 2m/分未満

※2 冷間鍛込み鍛造材

※3 限界鍛込み率にて評価

◎ 50%を越える

○ 30~50%

× 30%未満

※4 7A71後の表面

光沢により判定

◎ 優れる

× 劣る

【0050】

【表5】

	番号	押出性 ※1	機械的性質 ※2			冷間 性 ※3	切削性 ※2		耐食性 ※2	7日 後性 ※4
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)		ドリルへの 巻き付き	切粉重量 (g/100個)		
実 施 例	17	◎	257	242	11.3	◎	なし	0.49	38	◎
	18	◎	251	240	10.9	◎	"	0.46	39	◎
	19	◎	250	243	9.5	◎	"	0.45	42	◎
	20	○	248	238	8.2	○	"	0.38	48	◎
	21	◎	264	252	10.8	◎	"	0.42	44	◎
	22	○	278	260	11.5	○	"	0.40	46	◎
	23	◎	260	248	10.0	◎	"	0.42	52	◎
	24	◎	257	243	10.3	◎	"	0.44	44	◎
	25	◎	248	238	10.2	◎	"	0.48	36	◎
	26	◎	248	234	10.2	◎	"	0.48	41	◎
	27	◎	255	248	8.2	◎	"	0.44	41	◎
	28	◎	244	225	9.8	◎	"	0.51	40	◎
	29	◎	245	228	9.7	◎	"	0.50	41	◎
	30	◎	248	225	9.5	◎	"	0.52	42	◎
	31	◎	243	223	8.5	◎	"	0.57	40	◎
	32	◎	242	225	8.3	◎	"	0.55	41	◎

※1 押出速度にて評価  
 ◎ 5m/分を越える  
 ○ 2~5m/分  
 × 2m/分未満  
 ※2 冷間掘込み鍛造材  
 ※3 限界掘込み率にて評価  
 ◎ 50%を越える  
 ○ 30~50%  
 × 30%未満  
 ※4 7日後の表面  
 光沢により判定  
 ◎ 優れる  
 × 劣る

【0051】

【表6】

	番号	押出性 ※1	機械的性質※2			冷鍛性 ※3	切削性※2		耐食性※2	7hr仕性 ※4
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)		ドリルへの 巻き付き	切粉重量 (g/100個)		
比較例	33	◎	258	245	13.2	◎	あり	1.08	45	◎
	34	×	245	230	9.0	×	なし	0.36	36	◎
	35	◎	220	192	11.3	◎	あり	0.89	43	◎
	36	×	282	279	9.0	×	なし	0.44	38	◎
	37	◎	252	240	10.9	◎	あり	0.80	44	◎
	38	×	295	270	9.5	×	なし	0.54	120	◎
	39	◎	230	222	11.2	◎	あり	0.81	41	◎
	40	×	265	252	9.2	×	なし	0.44	41	◎
	41	◎	240	223	3.8	×	なし	0.52	48	◎
	42	×	245	233	9.2	×	なし	0.50	67	◎
	43	×	236	225	9.5	×	なし	0.53	77	◎
	44	×	235	229	9.3	×	なし	0.49	63	◎
	45	◎	192	173	12.0	◎	あり	3.50	38	◎
	46	◎	245	223	11.9	◎	あり	2.40	44	◎
	47	◎	247	220	10.0	◎	なし	0.54	110	×

※1 押出速度にて評価    ※2 冷間鍛込み鍛造材    ※3 限界鍛込み率にて評価    ※4 7hr仕後の表面  
 ◎ 5m/分を越える    ◎ 50%を越える    ◎ 50%を越える    光沢により判定  
 ○ 2～5m/分    ○ 30～50%    ○ 30～50%    ◎ 優れる  
 × 2m/分未満    × 30%未満    × 30%未満    × 劣る

【0052】これに対し、比較例の合金33～47は組成がこの発明の範囲外の合金であり、いずれも何らかの特性が実施例合金1～32に比べ劣っている。すなわち、合金33、35、37、39は、それぞれSi、Mg、Cu、Mnの含有量が不足のため切削性に劣る(切粉の分断性が劣り、切粉の巻き付きがある)。合金34、36、38、40、42～44は、それぞれSi、Mg、Cu、Mn、Fe、Cr、Zrが過剰なため押出性と冷鍛性に劣り、合金38は耐食性にも劣る。合金41はTiを有効量含有しないため、伸びが悪く冷鍛性に劣る。また、従来の合金45及び合金46は切削性に劣り、合金46にPb及びBiを添加してなる合金47は切削性は改善されたが、耐食性が悪くなっている。

【0053】[実施例2]表7及び表8に示した化学組成の合金を溶解し半連続铸造により160mm径の押出ビレットを作製し、520℃で4時間均質化熱処理を施した後、500℃の押出温度で60mm径に押し出した。

【0054】

【表7】

	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
実施例	48	2.0	5.0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
	49	4.0	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	50	6.0	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	51	11.0	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	52	4.0	2.5	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	53	"	5.5	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	54	"	5.0	"	0.7	"	"	"	"	—	—	"
	55	"	"	"	Tr	0.03	"	"	"	—	—	"
	56	"	"	"	0.7	"	"	"	"	—	—	"
	57	"	"	"	"	"	0.6	0.2	0.15	—	—	"
	58	"	"	"	"	"	"	Tr	Tr	—	—	"
	59	"	"	"	"	"	Tr	0.2	"	—	—	"
	60	"	"	"	"	"	"	Tr	0.15	—	—	"

Tr: 痕跡 (0.001%以下)

【0055】

【表8】

	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
比較例	61	13.0	5.0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
	62	0.6	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	63	4.0	7.0	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	64	"	1.0	"	"	"	"	"	"	—	—	"
	65	"	5.0	2.0	"	"	"	"	"	—	—	"
	66	"	"	Tr	"	"	2.0	"	"	—	—	"
	67	"	"	"	"	"	Tr	1.0	"	—	—	"
	68	"	"	"	"	"	"	Tr	0.8	—	—	"
	69	0.2	"	"	0.15	"	0.2	0.15	Tr	—	—	"
	70	"	2.5	"	Tr	"	"	0.25	"	—	—	"
	71	"	4.5	"	0.7	"	"	0.15	"	—	—	"
	72	"	5.0	"	0.15	"	"	"	"	0.6	0.6	"

Tr: 痕跡 (0.001%以下)

【0056】この押出材から【実施例1】と全く同じ要領で試験片を採取し、かつ全く同じ要領で冷鍛性、機械的性質、切削性、耐食性、押出性の測定及び評価を行った。これらの試験結果を表9及び表10に示す。この発明の実施例に相当する合金48～60は、いずれも優れた切削性と耐食性を示し、これを比較例の合金69(従来の5056合金に相当)、合金70(従来の5052合金に相当)及び合金71(従来の5083合金に相当)と比較すると、切削性において著しく優れ、機械的性質や耐食性は同等であり、冷鍛性でもほぼ同等である。また、押出材にはむしろや焼き付き痕はなく表面性状は良好で、押出性の値も十分使用可能な範囲内にある。

【0057】

【表9】

	番号	押出性 ※1	機械的性質※2			冷鍛性 ※3	切削性※2		耐食性※2	74℃ 引伸性 ※4
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)		ト9μへの 巻き付き	切粉重量 (g/100個)		
実施例	48	◎	258	240	10.0	◎	なし	0.45	40	◎
	49	◎	280	262	11.0	◎	〃	0.42	42	◎
	50	◎	282	264	10.5	◎	〃	0.40	43	◎
	51	○	280	260	8.0	○	〃	0.35	46	◎
	52	◎	260	245	11.5	◎	〃	0.43	41	◎
	53	○	282	265	11.0	○	〃	0.40	43	◎
	54	◎	285	267	10.0	◎	〃	0.40	38	◎
	55	◎	290	270	12.0	◎	〃	0.42	42	◎
	56	◎	295	275	10.5	◎	〃	0.40	38	◎
	57	◎	300	285	11.0	◎	〃	0.40	43	◎
	58	◎	290	275	12.0	◎	〃	0.41	41	◎
	59	◎	291	276	12.0	◎	〃	0.42	43	◎
	60	◎	295	280	11.5	◎	〃	0.41	43	◎

※1 押出速度にて評価

◎ 5m/分を超える

○ 2～5m/分

× 2m/分未満

※2 冷間鍛込み鍛造材

※3 限界伸び率にて評価

◎ 50%を超える

○ 30～50%

× 30%未満

※4 74℃後の表面

光沢により判定

◎ 優れる

× 劣る

【0058】

【表10】

	番号	押出性 ※1	機械的性質※2			冷鍛性 ※3	切削性※2		耐食性※2	74℃ 引伸性 ※4
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)		ト9μへの 巻き付き	切粉重量 (g/100個)		
比較例	61	×	285	270	7.0	×	なし	0.32	48	◎
	62	◎	240	220	12.0	◎	あり	1.20	37	◎
	63	×	300	270	10.0	×	なし	0.38	45	◎
	64	◎	220	190	11.5	◎	あり	0.88	43	◎
	65	×	320	270	10.0	×	なし	0.37	88	◎
	66	×	275	265	9.0	×	なし	0.50	70	◎
	67	×	273	260	7.5	×	なし	0.53	80	◎
	68	×	270	260	7.0	×	なし	0.49	70	◎
	69	◎	315	285	14.0	◎	あり	0.90	35	◎
	70	◎	280	210	12.0	◎	あり	1.40	38	◎
	71	◎	320	220	15.0	◎	あり	0.85	30	◎
	72	◎	310	280	13.0	◎	なし	1.05	110	×

※1 押出速度にて評価

◎ 5m/分を超える

○ 2～5m/分

× 2m/分未満

※2 冷間鍛込み鍛造材

※3 限界伸び率にて評価

◎ 50%を超える

○ 30～50%

× 30%未満

※4 74℃後の表面

光沢により判定

◎ 優れる

× 劣る

【0059】これに対し、比較例の合金61～72は組成がこの発明の範囲外の合金であり、いずれも何らかの特性が実施例合金48～60に比べ劣っている。すなわち、合金62、64はそれぞれSi、Mgの含有量が不足のため切削性に劣る(切粉の分断性が劣り、切粉の巻き付きがある)。合金61、63、65～68はそれぞれSi、Mg、Cu、Fe、Cr、Zrが過剰なため押出性と冷鍛性に劣り、合金65は耐食性にも劣る。また、従来の合金69、合金70及び合金71は切削性に劣り、合金69にPb及びBiを添加してなる合金72は切削性は改善されたが、耐食性が悪くなっている。

【0060】【実施例3】表11及び表12に示した化学組成の合金を溶解し半連続鑄造により160mm径の押出ビレットを作製し、475℃で4時間均質化熱処理を施した後、500℃の押出温度で60mm径に押し出し、これを520℃で1時間溶体化処理して水中に焼入れた。さらに170℃で6時間の人工時効処理を施して供試材とし、各々の機械的性質、切削性及び耐食性を下記の要領で測定及び評価を行った。

【0061】

【表11】

	番号	合金の化学組成 (質量%)										
		Si	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	Cr	Zr	Pb	Bi	Al
実施例	73	2.0	0.6	0.25	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	—	—	残部
	74	4.0	0.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	75	〃	0.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	76	〃	0.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	77	〃	0.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	78	〃	0.9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	79	〃	0.6	〃	〃	0.03	〃	0.25	〃	—	—	〃
	80	6.0	〃	〃	〃	Tr	〃	Tr	〃	—	—	〃
	81	4.0	〃	〃	〃	0.03	0.6	0.2	0.15	—	—	〃
	82	〃	〃	〃	〃	Tr	〃	〃	〃	—	—	〃
	83	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	Tr	—	—	〃
	84	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.2	〃	—	—	〃
	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.15	—	—	〃

Tr:痕跡 (0.001%以下)

【0062】

【表12】



	記号	合金の化学組成 (質量%)									
		Si	Mg	Cu	Cr	Ti	Fe	Zr	Pb	Bi	Al
実施例	86	1.7	1.10	0.25	0.25	0.03	Tr	Tr	—	—	残部
	87	2.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	88	4.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	89	6.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	90	8.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	91	11.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	92	6.0	〃	1.0	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	93	〃	〃	2.0	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	94	4.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	95	2.0	〃	0.25	—	〃	〃	〃	—	—	〃
	96	〃	〃	〃	0.25	—	〃	〃	—	—	〃
	97	2.0	〃	〃	—	—	〃	〃	—	—	〃
	98	4.0	〃	〃	—	—	〃	〃	—	—	〃
比較例	99	13.0	〃	〃	0.25	0.03	〃	〃	—	—	〃
	100	0.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	101	1.4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	102	2.0	7.0	〃	〃	〃	〃	〃	—	—	〃
	103	〃	1.10	〃	1.0	〃	〃	〃	—	—	〃
	104	〃	〃	4.0	0.25	〃	〃	〃	—	—	〃
	105	0.6	〃	0.25	〃	〃	〃	〃	0.6	0.6	〃
	106	4.0	〃	〃	〃	〃	2.0	〃	—	—	〃
	107	〃	〃	〃	〃	〃	Tr	0.8	—	—	〃

【0063】機械的性質：押出方向に採取したJIS4号試験片を用い、JISZ2241に規定する金属材料試験方法に準じ、引張強さ、耐力、及び伸びを測定した。

切削性、耐食性、押出性：[実施例1]と同じ要領。

【0064】これらの試験結果を表13及び表14に示す。この発明の実施例に相当する合金73～98は、いずれも優れた切削性と耐食性を示し、これを比較例合金105(従来のAA6262合金に相当)と比較すると、耐食性に優れ、切削性でも同等ないし優れている。また、押出材にはむしれや焼き付き痕はなく表面性状は良好で、押出性と機械的性質の値も十分使用可能な範囲内にある。

【0065】

【表13】

	番号	押出性 ※1	機械的性質			切削性		耐食性	747 付性 ※2
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	ドリルへの 巻き付き	切粉重量 (g/100個)	腐食減量 (mg/dm <sup>2</sup> ・day)	
実 施 例	73	◎	420	390	16.0	なし	0.50	48	◎
	74	◎	400	380	14.0	〃	0.40	50	◎
	75	◎	410	385	13.0	〃	0.41	51	◎
	76	◎	420	380	13.0	〃	0.42	52	◎
	77	○	425	390	14.5	〃	0.39	51	◎
	78	○	425	390	14.0	〃	0.39	53	◎
	79	◎	430	400	13.0	〃	0.41	53	◎
	80	◎	400	375	11.0	〃	0.36	52	◎
	81	◎	420	390	11.5	〃	0.38	49	◎
	82	◎	410	385	10.5	〃	0.38	56	◎
	83	◎	415	390	11.0	〃	0.40	54	◎
	84	◎	410	390	11.0	〃	0.37	54	◎
	85	◎	420	395	12.0	〃	0.38	52	◎

※1 押出速度にて評価  
 ◎ 5m/分を超える  
 ○ 2～5m/分  
 × 2m/分未満

※2 747付後の表面  
 光沢により判定  
 ◎ 優れる  
 × 劣る

【0066】

【表14】

	記号	押出性 ※1	機械的性質			被削性		耐食性	7M 性 ※2
			引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	ドリルへの 巻き付き	切粉量 (g/100個)	腐食減量 (mg/dm <sup>2</sup> ・day)	
実施例	86	◎	422	390	15.8	なし	0.50	48	◎
	87	◎	423	394	15.2	〃	0.43	51	◎
	88	◎	386	350	13.7	〃	0.41	52	◎
	89	○	394	366	9.1	〃	0.27	55	◎
	90	○	404	385	7.8	〃	0.23	56	◎
	91	○	408	391	7.3	〃	0.18	58	◎
	92	○	407	362	9.2	〃	0.20	70	◎
	93	○	425	366	9.8	〃	0.18	76	◎
	94	○	431	370	11.6	〃	0.28	67	◎
	95	◎	417	380	15.4	〃	0.44	50	◎
	96	◎	406	373	7.3	〃	0.44	54	◎
	97	◎	404	360	7.5	〃	0.45	52	◎
	98	◎	374	330	6.6	〃	0.43	54	◎
	99	×	411	395	7.0	〃	0.15	60	◎
比較例	100	◎	381	344	12.5	あり	2.5	46	◎
	101	◎	417	385	16.2	〃	0.75	40	◎
	102	×	391	385	12.5	なし	0.55	55	◎
	103	×	360	346	3.5	〃	0.53	60	◎
	104	×	480	410	11.5	〃	0.45	80	◎
	105	◎	378	340	12.0	〃	0.49	94	×
	106	×	376	340	10.5	〃	0.52	65	◎
	107	×	366	340	10.5	〃	0.50	64	◎

※1 押出速度にて評価  
 ◎ 5m/分を越える  
 ○ 2～5m/分  
 × 2m/分未満

※2 7M性優の表面  
 光沢により判定  
 ◎ 優れる  
 × 劣る

【0067】これに対し、比較例合金99～105は組成がこの発明の範囲外の合金であり、いずれも何らかの特性が実施例合金73～98に比べ劣っている。すなわち、合金100、101はSi量が不足のため切削性に劣り(切粉の分断性が劣り、切粉の巻き付きがある)、合金104はCu量が過剰のため耐食性に劣り、合金105(AA6262相当)はPb、Biを含有するためさらに耐食性が劣る。また、合金99はSi量が過剰のため、合金102はMg量が過剰のため、合金103はCr量が過剰のため、合金104はCuが過剰なため、合金106はFeが過剰なため、合金107はZrが過剰なため、それぞれ押出性に劣る。

【0068】[実施例4]実施例1～3の供試材の表面を研磨したのち硫酸アルマイトを施し、酸化皮膜の厚さを10μmにして表面の光沢を観察した。表面の光沢が優れているものを◎、劣るものを×と評価し、その結果を表4～6、9、10、13、14に併せて記載した。本発明の実施例に相当する合金は、いずれも表面の光沢が優れアルマイト処理性に優れている。

【0069】

【発明の効果】このように、本発明に関わるアルミニウム合金(請求項1～5)は、Pb、Bi等の低融点金属を使用していないにも関わらず、従来の3003合金や3004合金に比べて切削性が著しく優れ、機械的性質、耐食性、冷間鍛造性、押出性についてもほぼ同等で優れる非熱処理型合金である。また、本発明に関わるアルミニウム合金(請求項6～9)は、Pb、Bi等の低融点金属を使用していないにも関わらず、従来の5056合金、5052合金及び5083合金に比べて切削性が著しく優れ、機械的性質、耐食性、冷間鍛造性、押出性についてもほぼ同等で優れる非熱処理型合金である。そして、いずれも長い切粉による工具への切粉の巻き付き等のトラブルも発生せず、冷間鍛造の採用及び熱処理の省略により工程の低コスト化を達成できるものであり、さらにリサイクル性にも難がないことから、工業的価値が極めて大きいものである。

【0070】一方、本発明に関わるアルミニウム合金(請求項10～12)は、耐食性及び切削性について従来技術のAA6262合金を凌駕する。そして、長い切粉による工具への切粉の巻き付き等のトラブルも発生しないため、特に自動工作機械を用いた無人運転で作成される機械部品用素材として適しており、加えて低融点金属に起因する熱脆性も生じ得ず、リサイクル性も高いので、AA6262合金が用いられていた各用途に適用できる切削性に優れた高耐食アルミニウム合金として工業的価値がきわめて大きいものである。また、上記アルミニウム合金(請求項1～12)は、PbやBiを添加することなく切削性を高めていることから、アルマイト処

理性に優れ、均質で光沢のあるアルマイト皮膜を形成することができる。